Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 1-12
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۱۲-۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

تأثیر اوره بر برخی پاسخ‌های رشد و عناصر غذایی اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) در سطوح مختلف شوری خاک

صلاح الدین مرادی[۱*]- لیلا جهانبان[۲]- لیلا غیرتی آرانی[۳]- جمال شیخی[۴]- عبدالمجید رونقی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۲۹

چکیده

به منظور بررسی پاسخ گیاه اسفناج رقم 'ویروفلی' به شوری در کاربرد با اوره در یک خاک دارای کمبود نیتروژن، آزمایشی در شرایط گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل چهار سطح شوری (بدون اعمال شوری، ۱، ۲ و ۳ گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک، به ترتیب معادل قابلیت هدایت الکتریکی ۰/۷، ۴/۵، ۸ و ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر در عصاره اشباع خاک) و پنج سطح نیتروژن (بدون کاربرد نیتروژن، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵، و ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) از منبع اوره بود. اعمال شوری ۴/۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر اثر معنی‌داری (*p≤۰/۰۵*) بر عملکرد نسبی و سطح برگ اسفناج نداشت ولی شوری ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح بدون اعمال شوری و شوری ۴/۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد نسبی و سطح برگ را به طور معنی‌داری (*p≤۰/۰۵*) کاهش داد. کاربرد نیتروژن اثر سوء شوری را بر عملکرد نسبی و سطح برگ کاهش داد. بیشترین و کمترین تغییرات محتوای آب اندام هوایی در شرایط شوری به ترتیب در سطح بدون کاربرد نیتروژن و در سطح ۱۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد. رگرسیون خطی نشان داد که در شوری ۴/۵ تا ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر بین عملکرد با نسبت کلر به نیتروژن اندام هوایی اسفناج یک رابطه منفی وجود دارد. کاربرد شوری و نیتروژن هم به صورت تنها و هم به صورت توأم، نسبت K/Na، Ca/Na و Mg/Na را کاهش داد. به طور کلی، کاربرد نیتروژن تا سطح متوسط می‌تواند اثرات منفی ناشی از شوری را در اسفناج بهبود دهد ولی استفاده بیش از حد معمول از کود نیتروژن نه تنها اثر مثبت نداشته بلکه ممکن است اثر منفی بر عملکرد گیاه داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: اسفناج، اوره، تحمل شوری، تعادل عناصر غذایی

مقدمه

اسفناج از خانواده Chenopodiaceae با اسم علمی *Spinacia oleracea* L. می‌باشد که منشأ آن ایران است. اسفناج یک سبزی برگی نیمه‌حساس به شوری می‌باشد به طوری‌که حد آستانه تحمل آن به شوری، با شیب ۷/۶ درصد، ۲ دسی‌زیمنس بر متر گزارش شده است (۱۲ و ۲۲). گزارشات دیگر سطح تحمل اسفناج به شوری با ۵۰ درصد افت محصول را ۱۰/۷ تا ۱۳/۴ دسی‌زیمنس بر متر گزارش نموده‌اند (۲۳).

شوری یک مشکل زیست محیطی در حال افزایش در جهان می باشد. در ایران شوری یک مسئله فراگیر و محدود کننده تولید پایدار کشاورزی است به طوری که قسمت‌های زیادی از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور مبتلا به سطوح مختلف شوری‌اند (۱۵). کشور ایران پس از هند و پاکستان با دارا بودن ۶/۸ میلیون هکتار اراضی شور در صدر کشورهای در معرض تهدید از نظر شوری محسوب می‌گردد (۱۷).

املاح اضافی در آب و خاک اثرات مخربی روی عملکرد محصول داشته و نتیجه آن از دست رفتن خاک‌های قابل کشت، به ویژه در نواحی خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (۴). اثرات زیان‌آور شوری روی رشد گیاه به پتانسیل پایین اسمزی محلول خاک (تنش آب)، عدم تعادل تغذیه‌ای، اثر یون ویژه (تنش نمک)، یا ترکیبی از این عوامل ارتباط دارد (۱). رابطه بین شوری و تغذیه معدنی گیاهان پیچیده می‌باشد. تحت تنش شوری، تجمع Na^+ و Cl^- رخ می‌دهد، که نتیجه‌ی آن عدم تعادل یونی و بروز نشانه‌های ظاهری کمبود عناصر غذایی در گیاهان می‌باشد. سدیم با K^+، Ca^{2+}، و Mg^{2+} رقابت می‌کند و Cl^- جذب NO_3^-، $H_2PO_4^-$ و SO_4^{2-} را محدود می کند (۱۱).

۱، ۲ و ۳- استادیاران گروه کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: 6341ms@gmail.com)
۴- دانش آموخته دکتری گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه تهران
۵- استاد بخش علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

DOI: 10.22067/jhs.2021.60687.0

اثرات مخرب حاصل از شوری بر رشد گیاه می‌تواند با استفاده مناسب از کود و مدیریت آب، بسته به گونه گیاهی، سطح شوری و شرایط محیطی، کاهش یابد (۹). تغذیه گیاه می‌تواند به طور معنی داری پاسخ گیاه به شرایط شوری را با توجه به گونه گیاه، نوع رقم، مرحله رشد گیاه، سطح شوری، شکل عنصر غذایی، و شرایط زیست محیطی تحت تأثیر قرار دهد (۱۹).

در میان عناصر غذایی ضروری گیاهان، نیتروژن یکی از عناصری است که کمبود آن محدود کننده رشد گیاه در خاک‌های شور و غیر شور می‌باشد (۹) و یک عنصر مهم برای بهبود عملکرد اقتصادی گیاهان است. نیتروژن عمدتاً به شکل نیترات و آمونیوم برای گیاه قابل جذب است. در خاک‌های شور، استفاده مناسب از کودهای نیتروژنی و به ویژه کاربرد شکل مناسب نیتروژن برای گیاهان تحت تنش نمک ممکن است روابط شوری–عنصر–گیاه را تحت تأثیر قرار دهد (۱۴) و ممکن است اثرات منفی شوری بر رشد گیاه را کاهش دهد (۲۶). القرابلی و همکاران (۵) گزارش نمودند که تحت شرایط شوری، کاربرد نیتروژن–آمونیومی یا نیتروژن–آمونیومی و نیتراتی بر رشد گندم اثر مفید داشت در حالی که کاربرد نیتروژن–نیتراتی رشد گندم را کاهش داد. همچنین کاربرد بیش از حد کود نیتروژن ممکن است سبب شور شدن خاک شود و اثرات منفی شوری را در تولید محصول افزایش دهد (۲۷). ژو و مو (۲۸) اثر شوری و کمبود عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر، و پتاسیم) را بر اسفناج در شرایط گلخانه‌ای مورد مطالعه قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که تغذیه اسفناج می‌تواند اثر تنش شوری را روی عملکرد اسفناج بهبود دهد.

هدف از انجام این پژوهش، بررسی اثر تغذیه نیتروژن از منبع اوره بر گیاه اسفناج در سطوح مختلف شوری و بررسی تحمل اسفناج رقم "ویروفلی" به میزان شوری خاک بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی عکس‌العمل اسفناج رقم "ویروفلی" به سطوح شوری در شرایط کاربرد مقادیر مختلف نیتروژن آزمایشی در شرایط گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز اجرا شد. تیمارها شامل چهار سطح شوری (بدون اعمال شوری، ۱، ۲ و ۳ گرم کلرید سدیم بر کیلوگرم خاک، به ترتیب معادل قابلیت هدایت الکتریکی ۰/۷، ۴/۵، ۸ و ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر در عصاره اشباع خاک) و پنج سطح نیتروژن (بدون کاربرد نیتروژن، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵، و ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک) از منبع اوره بود. جهت انجام این پژوهش، مقدار کافی خاک (عمق ۲۰-۰ سانتی متری) از سری چیتگر با نام Fine-loamy carbonatic, Typic Calcixerepts جمع‌آوری شد و پس از هوا خشک کردن و عبور از الک چهار میلی‌متری برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن اندازه‌گیری شد. در خاک مورد آزمایش، بافت خاک از نوع لوم سیلتی، pH گل اشباع، ۷/۸، قابلیت هدایت الکتریکی، ۰/۷ دسی‌زیمنس بر متر، درصد نیتروژن کل، ۰/۰۴۷ و درصد ماده آلی برابر ۱/۳۴ بود. در این آزمایش از گلدان‌های پلاستیکی ۲/۵ کیلوگرمی استفاده شد. قبل از کشت، با توجه به نتایج آزمون خاک، عناصر غذایی ضروری شامل فسفر، آهن، روی، منگنز و مس به ترتیب به میزان ۲۵، ۱۰، ۱۰ و ۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای جلوگیری از کمبود احتمالی به خاک گلدان‌ها اضافه شد. ده عدد بذر جوانه زده اسفناج (*Spinacia oleracea* L.) رقم "ویروفلی" در عمق حدود ۴ تا ۵ سانتی‌متری از سطح خاک (به طوری که ریشه گیاه در خاک قرار گیرد) در هر گلدان کشت شد. بعد از استقرار کامل بوته‌ها تعداد آنها به چهار عدد کاهش یافت. تیمار نیتروژن به صورت محلول در آب از منبع اوره در دو قسط (نصف قبل از کاشت و نصف دیگر ۲۰ روز بعد از کاشت) به خاک گلدان‌ها اضافه شد. به منظور جلوگیری از تنش ناگهانی، تیمار شوری به صورت تدریجی و بعد از استقرار کامل گیاهان به صورت محلول همراه آب آبیاری به خاک گلدان‌ها اضافه شد. آبیاری گلدان‌ها با آب مقطر و در حد ظرفیت مزرعه‌ای صورت گرفت. بعد از ۵۶ روز از کاشت، اندام هوایی اسفناج در هر گلدان از نزدیک سطح خاک قطع و پس از توزین، به‌وسیله دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل WinDIAS 3)، سطح برگ‌های آنها مشخص شد. پس از شستشو با آب مقطر، در آون در دمای ۶۵ درجه سلسیوس تا ثابت شدن وزن آنها، خشک و پس از توزین، جهت تجزیه شیمیایی پودر شدند. عملکرد نسبی اندام هوایی اسفناج با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (۳۰):

رابطه (۱)

۱۰۰ × (بالاترین عملکرد حاصل از تیمارها / عملکرد حاصل از هر تیمار) = عملکرد نسبی (٪)

محتوای آب اندام هوایی اسفناج نیز با استفاده از رابطه (۲) محاسبه گردید (۲۱):

رابطه (۲)

(وزن خشک اندام هوایی / (وزن خشک اندام هوایی − وزن تر اندام هوایی)) = محتوای آب اندام هوایی (گرم بر گرم ماده خشک)

نیتروژن کل توسط دستگاه میکروکجلدال، پتاسیم و سدیم به روش شعله سنجی، کلسیم و منیزیم به روش جذب اتمی و کلر به روش تیتره کردن اندازه‌گیری شد (۷). داده‌های جمع آوری شده با استفاده از روش‌های آماری و با نرم‌افزار SAS تجزیه شده و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد نسبی اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که کاربرد شوری و نیتروژن اثر معنی‌داری بر عملکرد نسبی اندام هوایی اسفناج داشت. بالاترین عملکرد نسبی اندام هوایی در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم خاک در سطح بدون شوری به دست آمد، و کمترین عملکرد مربوط به سطح شوری ۱۱/۵ دسی زیمنس بر متر در سطح بدون کاربرد نیتروژن بود، هر چند با سایر سطوح شوری بدون کاربر نیتروژن اختلاف معنی‌دار نداشت (شکل ۱). مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) نشان داد که اعمال شوری ۴/۵ و ۸ دسی زیمنس بر متر اثر معنی‌داری (۰/۰۵ ≥) بر کاهش عملکرد نسبی اندام هوایی اسفناج نداشت ولی شوری ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح بدون اعمال شوری و شوری ۴/۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر عملکرد نسبی اندام هوایی را به طور معنی‌داری کاهش داد. اعمال شوری ۱۱/۵ دسی زیمنس بر متر عملکرد نسبی را در سطح بدون کاربرد نیتروژن و سطوح ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵، و ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن به ترتیب ۴/۹، ۳/۴، ۰/۹، ۱۰ و ۱۶/۱ درصد نسبت به تیمار بدون اعمال شوری کاهش داد (شکل ۱) که این نشان می‌دهد کاربرد ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم اثر سوء شوری را تشدید نموده است. اثر سوء شوری بر کاهش عملکرد گیاهان مختلفی توسط بسیاری از پژوهشگران گزارش شده است (۸، ۲۶ و ۲۷). در مورد اسفناج گزارش‌های کمی در ارتباط با اثر نیتروژن بر عملکرد آن در شرایط شوری صورت گرفته است. ژو و مو (۲۸) نشان دادند که تغذیه اسفناج با نیتروژن می‌تواند اثر سوء شوری را بر عملکرد گیاه را بهبود دهد. بوه و همکاران (۲) گزارش نمودند که تحت شرایط شوری کاربرد ۱۴۵۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار عملکرد وزن خشک ذرت را به طور معنی‌داری کاهش داد. این پژوهشگران، تحت شرایط شوری، کاربرد ۷۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار را سطح مناسب نیتروژن برای ذرت اعلام نمودند. رضوی نسب و همکاران (۱۸) نشان دادند که کاربرد نیتروژن کاهش عملکرد اندام هوایی نهال‌های پسته را ناشی از اثر شوری را در سطوح پایین شوری بهبود داد. القرابلی و همکاران (۵) گزارش نمودند که کاربرد ۴۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع نیتروژن آمونیومی رشد گندم را بهبود داد. با توجه به شکل ۱، کاربرد نیتروژن تا سطح ۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم عملکرد نسبی اندام هوایی اسفناج را نسبت به سطح شاهد (بدون کاربرد نیتروژن) به طور معنی‌داری افزایش داد. صادقی پور مروی (۲۰) نشان داد که کاربرد نیتروژن تا سطح ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد اندام هوایی اسفناج را به طور معنی‌داری افزایش می دهد. یاسور و همکاران (۲۹) اثر نیتروژن و شوری (کلرید سدیم) را بر پاسخ رشد فلفل دلمه‌ای در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که زیست توده فلفل دلمه ای با کاربرد نیتروژن افزایش و با کاربرد شوری کاهش یافت. سینگ و همکاران (۲۴) پاسخ‌های رشد و متابولیسم نیتروژن را به تنش شوری در سطوح مختلف نیتروژن در گوجه فرنگی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که شوری میزان زیست توده، رنگدانه‌ها، غلظت پتاسیم، نیترات، و نیتریت را در مقایسه با سطح شاهد کاهش داد ولی کاربرد نیتروژن تا حدودی اثرات سوء شوری را کاهش داد.

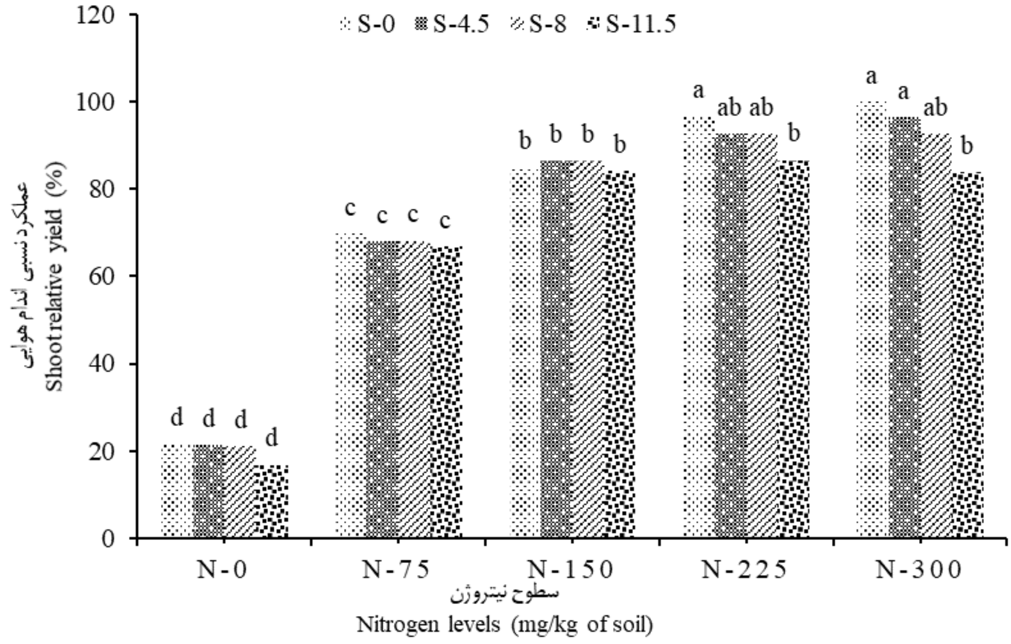
جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر کاربرد اوره بر برخی صفات گیاه اسفناج تحت شرایط شوری

Table 1- ANOVA for the effect of urea application on spinach under salinity conditions

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean squares عملکرد نسبی Relative yield	سطح برگ Leaf area	محتوای آب Water content	غلظت نیتروژن N concentration	غلظت کلر Cl concentration
نیتروژن (N)	4	11204.9***	34199908***	13.01854***	16.3066***	1.125806***
شوری (S)	3	131.62**	258913**	4.19299***	0.113316**	41.81137***
N × S	12	21.548 ns	43049 ns	0.408148*	0.008824 ns	0.296066*
خطا	40	21.966	48810.7	0.16094	0.02195	0.10165
ضریب تغییرات		6.52	4.46	5.80	5.80	10.98
		K/Na		Ca/Na	Mg/Na	
نیتروژن (N)	4	1427.0238***		21.379***	2.21455***	
شوری (S)	3	3776.46***		257.64***	35.15619***	
N × S	12	324.1758***		3.74435*	0.445853*	
خطا	40	12.5536		0.9441	0.1634	
ضریب تغییرات		22.4		22.83	27.03	

***، ** و * به ترتیب در سطح ۰/۱، ۱ و ۵ درصد معنی‌دار است. ns از لحاظ آماری معنی‌دار نیست.

*, **, *** indicate statistical significance at $p\leq0.05$, $p\leq0.01$ and $p\leq0.001$, respectively; ns: indicate non-significant.



شکل ۱- اثر متقابل شوری (S، با سطوح بدون اعمال شوری، ٤/٥، ۸ و ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر) × نیتروژن (N، با سطوح بدون کاربرد نیتروژن، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵، و ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک) بر عملکرد نسبی اندام هوایی اسفناج

Figure 1- The interaction effect of salinity (S, without salinity, 4.5, 8 and 11.5 ds.m^{-1}) and nitrogen (N, without nitrogen, 75, 150, 225, and 300 mg.kg^{-1} of soil) on spinach shoot relative yield (DMRT, *p≤0.05*)

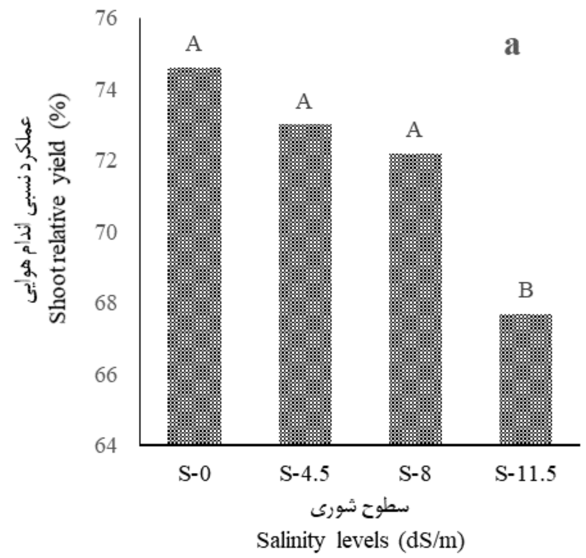
سطح برگ

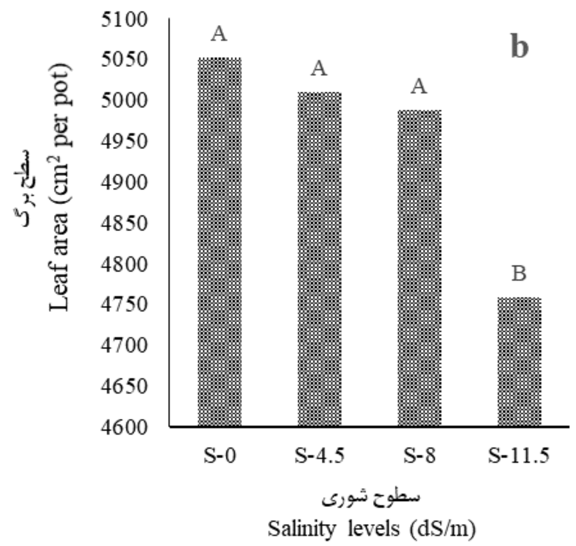
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که کاربرد شوری و نیتروژن اثر معنی‌داری بر سطح برگ اسفناج داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که اعمال شوری ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به سطح بدون اعمال شوری و شوری ۴/۵ و ۸ دسی‌زیمنس بر متر سطح برگ را به طور معنی‌داری کاهش داد (شکل ۲). اعمال شوری ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر سطح برگ را در سطح بدون کاربرد نیتروژن و سطوح ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵، و ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم به ترتیب ۳۹، ۲/۱، ۰/۵، ۴، و ۸ درصد نسبت به تیمار بدون اعمال شوری کاهش داد (شکل ۳). کاربرد نیتروژن اثر سوء شوری بر سطح برگ را نسبت به سطح بدون کاربرد نیتروژن بهبود داد. کاهش رشد برگ اولین واکنش گیاه به پتانسیل بسیار منفی محلول غلیظ شده در ریشه می‌باشد. احتمالاً شوری میزان انرژی لازم برای حفظ حالت طبیعی سلول را افزایش داده، بنابراین انرژی کمتری برای تامین نیازهای رشدی باقی می‌ماند (۱۶). اسماعیلی و همکاران (۶) نشان دادند که با افزایش سطح شوری، کاربرد سطوح پایین تر نیتروژن تأثیر بیشتری روی افزایش سطح برگ سورگوم داشت.

محتوای آب اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر شوری و سطوح نیتروژن بر محتوای آب اندام هوایی معنی‌دار شد. بیشترین تغییرات محتوای آب اندام هوایی با اعمال شوری در سطح بدون کاربرد نیتروژن و کمترین تغییرات محتوای آب اندام هوایی با اعمال سطوح شوری در سطح ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن در کیلوگرم مشاهده شد (شکل ۴). در سطح بدون کاربرد نیتروژن و سطح کاربرد ۷۵ میلی‌گرم نیتروژن با افزایش میزان شوری محتوای آب اندام هوایی به تدریج افزایش نشان داد ولی در سطح ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن با افزایش میزان شوری اعمال شده تغییرات معنی‌داری در محتوای آب اندام هوایی اسفناج مشاهده نشد. در سطوح بالاتر از ۱۵۰ میلی‌گرم نیتروژن با اعمال شوری میزان محتوای آب اندام هوایی افزایش یافت ولی بین سطوح شوری تغییر معنی‌داری مشاهده نشد. با افزایش مقدار نیتروژن از ۷۵ میلی گرم نیتروژن در تمام سطوح شوری محتوای آب اندام هوایی افزایش یافت (شکل ۴). گونه های متحمل در رویارویی با تنش های محیطی محتوای آب یاخته‌های خود را در حد بالاتری حفظ می‌کنند بنابراین، می‌توان گفت که حفظ محتوای بالای آب برگ سازوکار مهم تحمل به شوری است و رقم‌هایی که در شرایط تنش بتوانند آب بیشتری را در برگ‌های خود نگه دارند یا میزان این

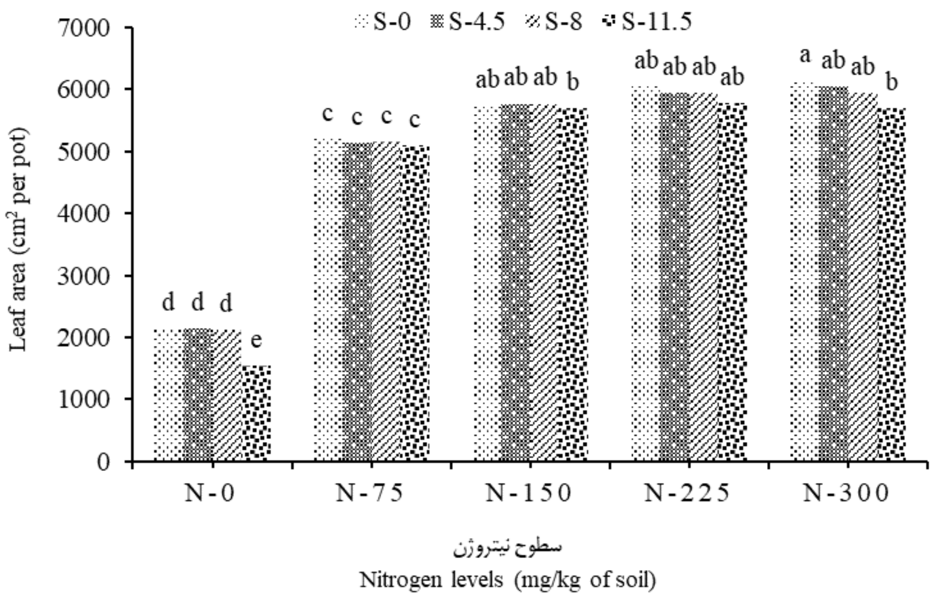
آب کاهش محسوسی نیابد، تحمل بیشتری را در برابر شوری خواهند داشت. حفظ مناسب آب برگ در شرایط شوری می‌تواند با کاهش اندازهٔ برگ ها، عمیق تر شدن روزنه‌ها، تجمع متابولیت‌های ثانویه در قسمت مزوفیل برگ‌ها، افزایش کرک روی برگ‌ها، کاهش تراکم روزنه‌ای، کاهش اندازهٔ روزنه‌ها و ضخیم بودن کوتیکول باشد (۱۳).





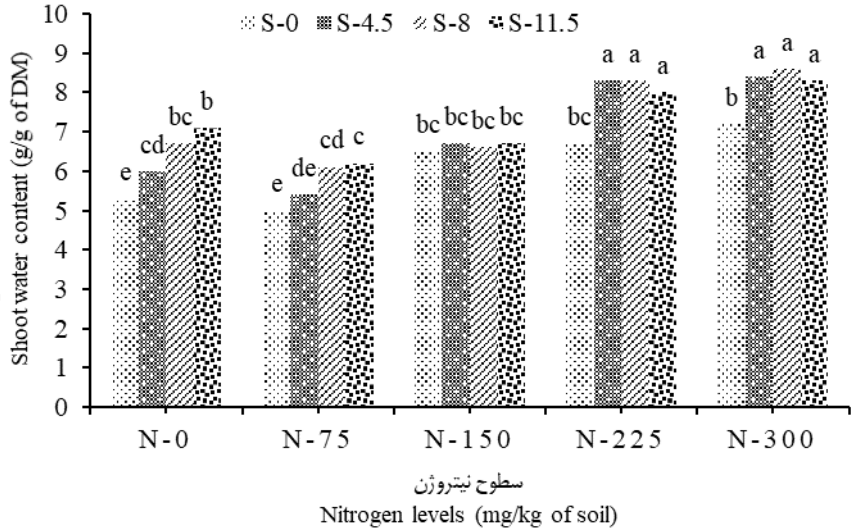
شکل ۲- اثر شوری (S، با سطوح بدون اعمال شوری، ٤/٥، ٨ و ١١/٥ دسی‌زیمنس بر متر) بر عملکرد نسبی اندام هوایی (a) و سطح برگ (b) اسفناج

Figure 2- The effect of salinity levels (S, without salinity, 4.5, 8 and 11.5 dS.m^{-1}) on spinach shoot relative yield (a) and leaf area (b) (DMRT, $p\leq 0.05$).



شکل ۳- اثر متقابل شوری (S، با سطوح بدون اعمال شوری، ٤/٥، ٨ و ١١/٥ دسی‌زیمنس بر متر) × نیتروژن (N، با سطوح بدون کاربرد نیتروژن، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵، و ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک) بر سطح برگ اسفناج

Figure 3- The interaction effect of salinity (S, without salinity, 4.5, 8 and 11.5 ds.m^{-1}) ×nitrogen (N, without nitrogen, 75, 150, 225, and 300 mg .kg^{-1} of soil) on spinach leaf area (DMRT, $p\leq 0.05$).

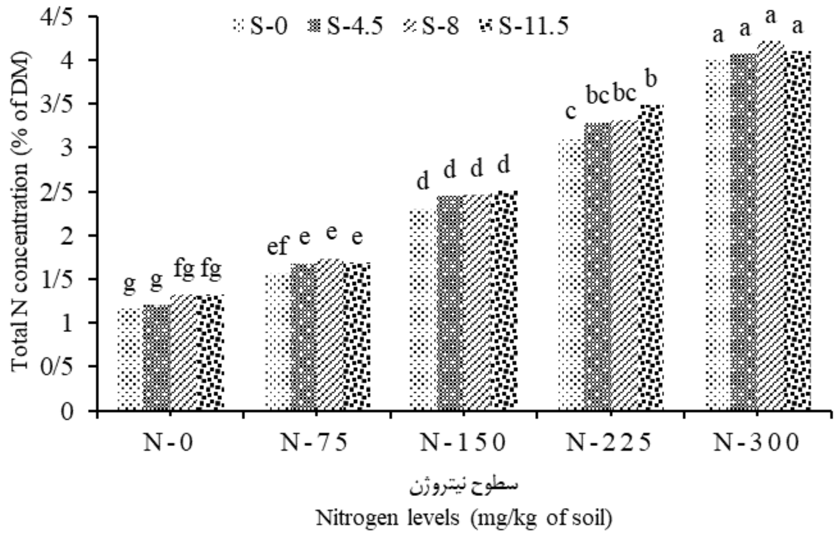


شکل ٤- اثر متقابل شوری (S، با سطوح بدون اعمال شوری، ٤/٥، ٨ و ١١/٥ دسی‌زیمنس بر متر) × نیتروژن (N، با سطوح بدون کاربرد نیتروژن، ٧٥، ١٥٠، ٢٢٥، و ٣٠٠ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک) بر محتوای آب اندام هوایی اسفناج

Figure 4- The interaction effect of salinity (S, without salinity, 4.5, 8 and 11.5 ds.m^{-1}) ×nitrogen (N, without nitrogen, 75, 150, 225, and 300 mg.kg^{-1} of soil) on spinach shoot water content (DMRT, $p \leq 0.05$).

غلظت نیتروژن اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که اثر شوری و نیتروژن بر غلظت نیتروژن کل اندام هوایی اسفناج معنی‌دار بود. با افزایش میزان کاربرد نیتروژن غلظت نیتروژن کل نیز افزایش نشان داد به طوریکه کمترین و بیشترین غلظت نیتروژن در سطح بدون کاربرد نیتروژن و سطح ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن به دست آمد (شکل ۵). غلظت نیتروژن اندام هوایی با اعمال شوری نسبت به سطح بدون شوری افزایش یافت ولی بین سطوح مختلف شوری از لحاظ غلظت نیتروژن اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۵).



شکل ٥- اثر متقابل شوری (S، با سطوح بدون اعمال شوری، ٤/٥، ٨ و ١١/٥ دسی زیمنس بر متر) × نیتروژن (N، با سطوح بدون کاربرد نیتروژن، ٧٥، ١٥٠، ٢٢٥، و ٣٠٠ میلی گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک) بر غلظت نیتروژن کل اندام هوایی اسفناج

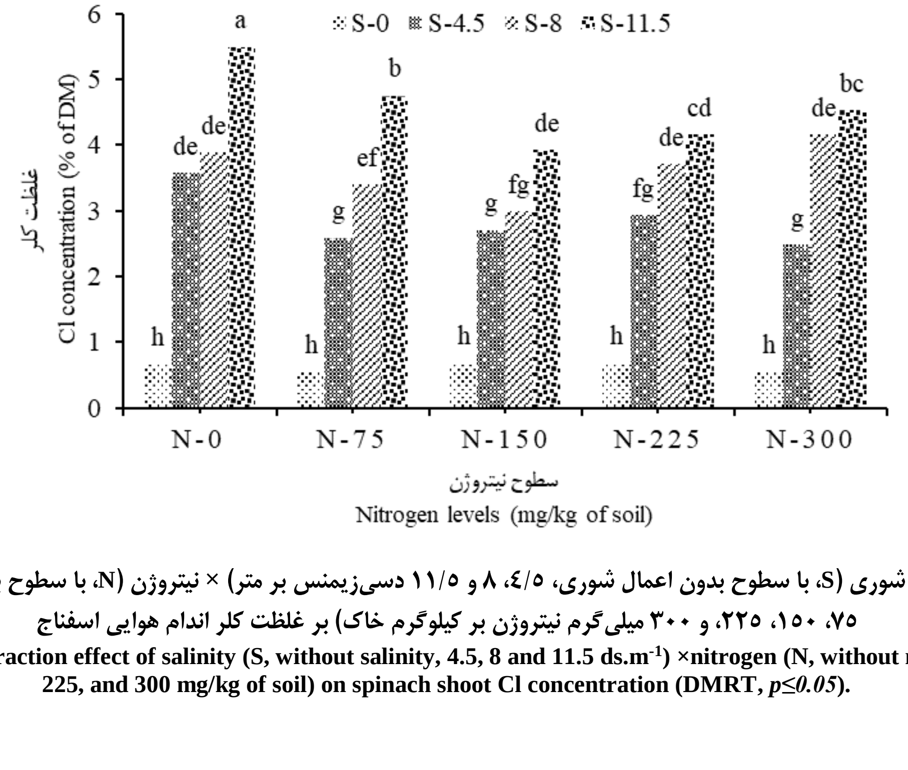
Figure 5- The interaction effect of salinity (S, without salinity, 4.5, 8 and 11.5 ds.m^{-1}) ×nitrogen (N, without nitrogen, 75, 150, 225, and 300 mg.kg^{-1} of soil) on spinach shoot total (DMRT, $p \leq 0.05$).

برخی از مطالعات نشان داده است کـه غلظـت نیتـروژن در انـدام هوایی گیاه تحت شرایط شوری کاهش یافته است (۹)، با ایـن وجـود خلیل و همکاران (۱۰) گزارش نمودند که غلظـت نیتـروژن در ذرت و پنبه با افزایش شوری افزایش یافتـه اسـت. القرابلـی و همکـاران (۵) نشان دادند که با کاربرد نیتروژن تـا سـطح ۸۰۰ کیلـوگرم در هکتـار، افزایش شوری از ۲/۸ به ۶/۶ دسی‌زیمنس بـر متـر غلظـت نیتـروژن اندام هوایی را افزایش داد ولی با افزایش شوری (۱۱/۸ دسی‌زیمـنس بر متر) غلظت نیتروژن کاهش یافت.

غلظت کلر اندام هوایی و رابطه بین عملکرد و نسبت کلر به نیتروژن اندام هوایی

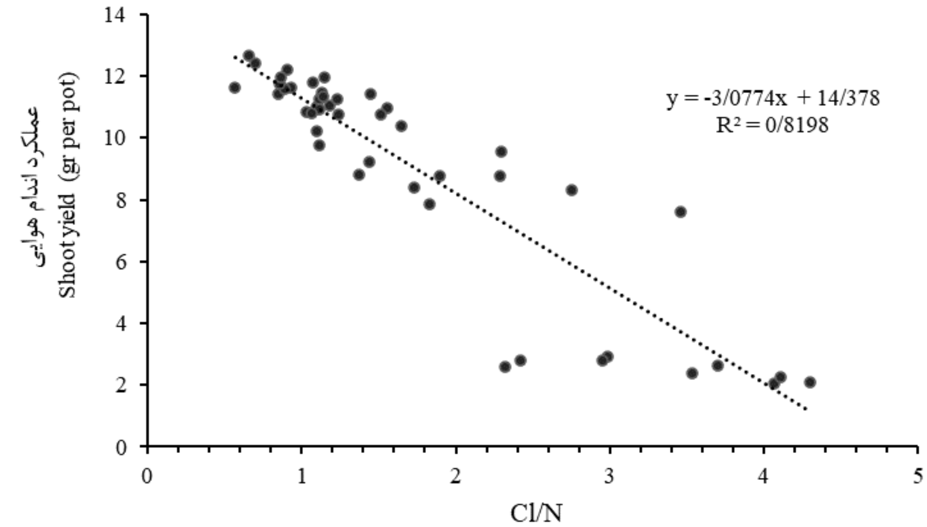
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) داده‌ها نشان داد که اثر شـوری و نیتروژن و برهمکنش آنها بر غلظت کلر اندام هوایی معنی‌دار بـود. بـا افزایش میزان شوری غلظت کلـر نیـز بـه تـدریج افـزایش نشـان داد (شکل ۶) به طوری‌که کمترین و بیشترین غلظت کلر اندام هـوایی در سطح بدون اعمال شوری و سطح شوری ۱۱/۵ دسی زیمنس بـر متـر مشاهده شد. با توجه به شکل ۶، در سـطح بـدون اعمـال شـوری بـا افزایش میزان کاربرد نیتروژن تغییر معنی‌داری در غلظت کلر مشاهده نشد. در سطح شوری ۴/۵ دسی‌زیمنس بر متر کاربرد نیتروژن غلظـت کلر اندام هوایی را نسبت به سـطح بـدون کـاربرد نیتـروژن بـه طـور معنی‌داری کاهش داد ولی بین سطوح مختلف کاربرد نیتـروژن تغییـر معنی‌داری مشاهده نشد. در سطح شوری ۸ و ۱۱/۵ دسی‌زیمـنس بـر متر با کاربرد نیتروژن تا سطح ۱۵۰ میلی گـرم نیتـروژن بـر کیلـوگرم غلظت کلر به تدریج کاهش یافت و با افزایش سطوح بالاتر نیتـروژن غلظت کلر نسبت به سطح ۱۵۰ میلی‌گرم افزایش نشان داد (شکل ۵). برای مقادیر شوری ۴/۵ تـا ۱۱/۵ دسـی‌زیمـنس بـر متـر در سـطوح مختلف نیتروژن، رگوسیون خطی ($R^2 = 0.8198$) بین عملکرد انـدام هوایی و نسبت کلر به نیتروژن کل اندام هوایی اسفناج نشان می‌دهـد که با افزایش نسبت کلر به نیتروژن عملکرد اندام هـوایی اسـفناج بـا شیب ۳/۰۷۷- کاهش می‌یابد (شکل ۷).

کلر با جذب آنیون‌های مثل نیترات، سولفات، و فسفات و کـاتیون هـایی مثـل آمونیـوم، پتاسـیم، و کلسـیم بـرهمکنش دارد. ارشـاد و همکاران (۸) نشان دادند که غلظت کلر با افزایش سطوح نیتـروژن در ذرت کاهش می‌یابد. بوه و همکاران (۲) به ایـن نتیجـه رسـیدند کـه کاربرد نیتروژن تجمع کلر را در گیاه کاهش داد و اثرات منفی ناشی از تجمع کلر را بهبود داد. نتایج یاسـور و همکـاران (۲۹) نشـان داد کـه کاربرد شوری سبب تجمع کلر در اندام‌های هوایی فلفل دلمه‌ای شامل برگ‌ها و دمبرگ‌ها شد و کاربرد نیتروژن میزان جذب و تجمع کلـر را در این اندام‌ها کاهش داد ولی در عین حـال اثـرات مخـرب ناشـی از شوری را جبران نکرد. آنها به این نتیجه رسیدند که خود شوری عامل محدود کننده رشد و عملکرد این گیاه بوده است نه رقابت بین کلـر و نیتروژن.



شکل ٦- اثر متقابل شوری (S، با سطوح بدون اعمال شوری، ٤/٥، ٨ و ١١/٥ دسی‌زیمنس بر متر) × نیتروژن (N، با سطوح بدون کاربرد نیتروژن، ۷۵، ۱۵۰، ۲۲۵، و ۳۰۰ میلی‌گرم نیتروژن بر کیلوگرم خاک) بر غلظت کلر اندام هوایی اسفناج

Figure 6- The interaction effect of salinity (S, without salinity, 4.5, 8 and 11.5 ds.m^{-1}) ×nitrogen (N, without nitrogen, 75, 150, 225, and 300 mg/kg of soil) on spinach shoot Cl concentration (DMRT, *p≤0.05*).



شکل ۷- رابطه بین عملکرد و نسبت کلر به نیتروژن در اندام هوایی اسفناج.
Figure 7- Relationship between yield and chlorine to nitrogen ratio in spinach shoots

جدول ۲- اثر شوری و نیتروژن بر نسبت K/Na، Ca/Na و Mg/Na اندام هوایی
Table 2- Effect of salinity and nitrogen on shoot K/Na, Ca/Na and Mg/Na ratio

شوری Salinity (dS.m^{-1})	Nitrogen levels (mg.kg^{-1} of soil) سطوح نیتروژن					
	0	75	150	225	300	میانگین Mean
			نسبت K/Na K/Na ratio			
0.7	82.8^{*a}	37.2^{b}	33.5^{b}	21.4^{cd}	20.2^{cd}	39^{a}
4.5	26.^{2c}	19.4^{d}	9.5^{e}	4.2^{ef}	3.5^{ef}	12.6^{b}
8	18.2^{d}	9.7^{e}	6.1^{ef}	3^{ef}	2.2^{f}	7.8^{c}
11.5	7.5^{ef}	4.2^{ef}	3.8^{ef}	2^{f}	1.6^{f}	3.8^{d}
میانگین Mean	33.7^{a}	17.6^{b}	13.2^{c}	7.6^{d}	6.9^{d}	
			نسبت Ca/Na Ca/Na ratio			
0.7	14.7^{*a}	10.1^{b}	9.1b^{c}	8.1^{c}	9.6b^{c}	10.3^{a}
4.5	5.2d^{e}	3.4^{d}	3.2^{fg}	1.9f^{gh}	1.6^{gh}	3.4^{b}
8	3.7^{ef}	2.4f^{gh}	2f^{gh}	1.3^{h}	0.9^{h}	2.1^{c}
11.5	1.7^{gh}	1.1^{h}	1.3^{gh}	0.9^{h}	0.7^{h}	1.2^{d}
میانگین Mean	6.3^{a}	4.8^{b}	3.9^{c}	3^{d}	3.2^{cd}	
			نسبت Mg/Na Mg/Na ratio			
0.7	5^{*a}	3.4^{bc}	3.4^{bc}	3^{c}	3.8^{b}	3.7^{a}
4.5	1.8^{d}	1.9^{d}	1.1^{ef}	0.6^{efg}	0.5^{efg}	1.2^{b}
8	1.3^{de}	0.8^{efg}	0.7^{efg}	0.4^{fg}	0.3^{fg}	0.7^{c}
11.5	0.6^{efg}	0.4^{fg}	0.5^{fg}	0.3^{fg}	0.2^{g}	0.4^{d}
میانگین Mean	2.2^{a}	1.6^{b}	1.4^{bc}	1.1^{c}	1.2^{c}	

* اعدادی که در هر ردیف یا ستون در یک حرف کوچک یا در یک حرف بزرگ مشترک می‌باشند از لحاظ آماری با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح حتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Values followed by the same small or capital letter are not significantly different within rows or columns by Duncan's multiple range test ($p \leq 0.05$*).

نسبت K/Na، Ca/Na و Mg/Na اندام هوایی

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۱) نشان داد که اثر شوری و سطوح نیتروژن و نیز برهمکنش آنها بر نسبت K/Na، Ca/Na و Mg/Na معنی‌دار است. با توجه به جدول ۲، کاربرد نیتروژن تا سطح ۲۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم نسبت K/Na، Ca/Na و Mg/Na را به تدریج کاهش داد ولی کاربرد نیتروژن ۳۰۰ میلی‌گرم تغییر معنی‌داری ایجاد نکرد. همچنین اعمال سطوح مختلف شوری نسبت K/Na، Ca/Na و Mg/Na را به تدریج کاهش داد. بالاترین و پایین ترین نسبت این عناصر به ترتیب در تیمار شاهد (بدون شوری و کاربرد نیتروژن) و تیمار شوری ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر با کاربرد ۳۰۰ میلی گرم نیتروژن مشاهده شد. گزارش شده که با افزایش غلظت کلرید سدیم میزان پتاسیم، کلسیم و منیزیم ساقه ها کاهش نشان داد. در غلظت‌های کم سدیم، جذب پتاسیم افزایش می‌یابد و در غلظت‌های بالاتر جذب آن کاهش می‌یابد، و در بیشتر بررسی‌های انجام شده توسط محققان افزایش غلظت سدیم میزان پتاسیم موجود در برگ را کاهش داده است (۲۵). چن و همکاران (۳) نشان دادند که با افزایش سطوح شوری نسبت K/Na کاهش می‌یابد.

نتیجه‌گیری

در این آزمایش، اعمال شوری تا سطح ۸ دسی زیمنس بر متر اثر معنی‌داری بر کاهش عملکرد نسبی اندام هوایی و سطح برگ اسفناج رقم "ویروفلی" نداشت و تنها در سطح ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر کاهش معنی‌داری در عملکرد رقم مورد آزمایش مشاهده شد. بنابراین آستانه شوری رقم ویروفلی در شرایط آزمایش حاضر در حدود هشت دسی‌زیمنس بر متر بود که به مراتب بالاتر از آستانه ذکر شده (دو دسی‌زیمنس بر متر) برای اسفناج در بیشتر منابع است. کاربرد ۲۲۵ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیتروژن توأم با شوری ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر سبب کاهش معنی‌دار عملکرد نسبی اندام هوایی اسفناج شد. رگرسیون خطی بین عملکرد و نسبت Cl/N برای تیمارهای با شوری ۴/۵ تا ۱۱/۵ دسی‌زیمنس بر متر نشان داد که یک رابطه منفی بین آنها وجود دارد و با افزایش نسبت Cl/N عملکرد اندام هوایی کاهش می یابد. کمترین تغییرات محتوای آب اندام هوایی با کاربرد سطوح مختلف شوری در سطح ۱۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک مشاهده شد و بیشترین تغییرات محتوای آب در سطح بدون کاربرد نیتروژن مشاهده شد که نشان می‌دهد کاربرد نیتروژن تا سطح متوسط آزمایش موجود میزان تغییرات آب موجود در گیاه را کنترل نموده است. در یک نتیجه‌گیری کلی، کاربرد کود اوره تا سطح مشخصی می‌تواند اثرات منفی ناشی از شوری را در اسفناج بهبود بخشد ولی در سطوح بالای نیتروژن نه تنها اثر مثبت نداشته بلکه ممکن است اثرات سوء شوری را تشدید نماید.

منابع

1- Ashraf M., and Harris P.J.C. 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. Plant Science 166: 3-16.

2- Boh M.Y., Germer J., Müller T., and Sauerborn J. 2013. Comparative effect of human urine and ammonium nitrate application on maize (*Zea mays* L.) grown under various salt (NaCl) concentrations. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 176: 703-711.

3- Chen W., Hou Z., Wu L., Liang Y., and Wei C. 2010. Effects of salinity and nitrogen on cotton growth in arid environment. Plant and Soil 326: 61-73.

4- Debez A., Hamed K.B., Grignon C., and Abdelly C. 2004. Salinity effects on germination, growth, and seed production of the halophyte *Cakile maritima*. Plant and Soil 262: 179-189.

5- Elgharably A., Marschner P., and Rengasamy P. 2010. Wheat growth in a saline sandy loam soil as affected by N form and application rate. Plant and Soil 328: 303-312.

6- Esmaili E., Kapourchal S.A., Malakouti M.J., and Homaee M. 2008. Interactive effect of salinity and two nitrogen fertilizers on growth and composition of sorghum. Plant and Soil Environment 54(12): 537-546.

7- Imami A. 1996. Plant analyses methods. Soil and Water Research Institute. vol 1. Journal No.982. (In Persian)

8- Irshad M., Eneji A.E., Khattak R.A., and Khan A. 2009. Influence of nitrogen and saline water on the growth and partitioning of mineral content in maize. Journal of Plant Nutrition 32: 458-469.

9- Irshad M., Yamamoto S., Eneji A.E., Endo T., and Honna T. 2002. Urea and manure effect on growth and mineral contents of maize under saline conditions. Journal of Plant Nutrition 25: 189-200.

10- Khalil M.A., Fathi A., and Elgabaly M. 1967. A salinity-fertility interaction study on corn and cotton. Soil Science Society of America, Proceedings 31: 683-686.

11- Kumar V., Shriram V., Nikam T.D., Jawalib N., and Shitole M.G. 2008. Sodium chloride-induced changes in mineral nutrients and proline accumulation in "indica" rice cultivars differing in salt tolerance. Journal of Plant Nutrition 31: 1999-2017.

12- Langdale G.W., Thomas J.R., and Littleton T.G. 1971. Influence of soil salinity and nitrogen fertilizer on spinach

growth. Journal of the Rio Grande Valley Horticultural Society 25: 61-66.
13- Levitt J. 1980. Responses of plants to environmental stresses: Water, radiation, salt and other stresses. Vol. II. Academic Press, New York.
14- Martinez V., and Cerda A. 1989. Influence of nitrogen source on rate of Cl, N, Na, and K uptake by cucumber seedlings grown in saline conditions. Journal of Plant Nutrition 12: 971-983.
15- Momeni A.S. 2010. Geographical distribution and salinity levels of Iran's soil resources. Journal of Soil Research (Soil and Water Science) 24(3): 215-203. (In Persian)
16- Munns R. 1993. Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. Plant, Cell and Environment 16: 15-24.
17- Ranjbar G.h., and Pirasteh-Anosheh H. 2015. A glance to the salinity research in Iran with emphasis on improvement of field crops production. Iranian Journal of Crop Sciences 17(2): 165-178. (In Persian with English abstract).
18- Razavi Nasab A., Tajabadi Pour A., and Shirani H. 2014. Effect of salinity and nitrogen application on growth, chemical composition and some biochemical indices of pistachio seedlings (*Pistacia vera* L.). Journal of Plant Nutrition 37(10): 1612-1626.
19- Rogers M.E., Grieve C.M., and Shannon M.C. 2003. Plant growth and ion relations in lucerne (Medicago sativa L.) in response to the combined effects of NaCl and P. Plant and Soil 253: 187-194.
20- Sadeghi Pour Marvi M. 2010. Nitrogen use efficiency of spinach. Journal of Water and Soil 24(2): 244-253. (In Persian with English abstract)
21- Saura-Mas S., and Lloret F. 2007. Leaf and shoot water content and leaf dry matter content of mediterranean woody species with different post-fire regenerative strategies. Annals of Botany 99: 545-554.
22- Shannon M.C., and Grieve C.M. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. Scientia Horticulturae 78: 5-38.
23- Shannon M.C., Grieve C.M., Lesch S.M., and Draper J.H. 2000. Analysis of salt tolerance in nine leafy vegetables irrigated with saline drainage water. Journal of the American Society for Horticultural Science 125(5): 658-664.
24- Singh M., Singh V.P., and Prasad S.M. 2016. Responses of photosynthesis, nitrogen and proline metabolism to salinity stress in Solanum lycopersicum under different levels of nitrogen supplementation. Plant Physiology and Biochemistry 109: 72-83.
25- Singh S.K., Sharma H.C., Goswami A.M., Datta S.P., and Singh S.P. 2000. *In vitro* growth and leaf composition of grapevine cultivar as affected by sodium chloride. Biologia Plantarum 43(2): 283-286.
26- Soliman M.S., Shalabi H.G., and Campbell W.F. 1994. Interaction of salinity, nitrogen, and phosphorus fertilization on wheat. Journal of Plant Nutrition 17: 1163-1173.
27- Villa-Castorena M.A., Ulery L., Catalan-Valencia E.A., and Remmenga M.D. 2003. Salinity and nitrogen rate effects on the growth and yield of chile pepper plants. Soil Science Society of America Journal 67: 1781-1789.
28- Xu C., and Mou B. 2016. Responses of spinach to salinity and nutrient deficiency in growth, physiology, and nutritional value. Journal of the American Society for Horticultural Science 141(1): 1-10.
29- Yasuora H., Tamira G., Steina A., Cohen S., Bar-Tal A., Ben-Gala A., Yermiyahua U. 2017. Does water salinity affect pepper plant response to nitrogen fertigation? Agricultural Water Management 191: 57-66.
30- Yin X., McClure M.A., and Hayes R.M. 2011. Improvement in regression of corn yield with plant height using relative data. Journal of Science and Food of Agriculture 91: 2606-2612.

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 1-12
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۱۲-۱
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Influence of Urea on Some Growth Responses and Nutrients of Spinach (*Spinacia oleracea* L.) under Different Levels of Soil Salinity

S. Moradi[1]*- L. Jahanban[2]- L. Ghairati Arani[3]- J. Sheikhi[4]- A.M. Ronaghi[5]
Received: 09-04-2019
Accepted: 19-12-2020

Introduction: Salinity is an environmental problem in the world, especially in arid and semi-arid regions. High amounts of salts like sodium chloride (NaCl) in the soils and water have destructive effects on yield of plants. The harmful effects of salinity on plant growth are related to the low osmotic potential of the soil solution (water stress), the nutritional imbalance, the specific ion effect (salt stress), or the combination of these factors. The relationship between salinity and plant mineral nutrition is complicated. Under salinity stress, occurs the sodium and chlorine accumulation, resulting in ionic imbalance and the deficiency symptoms of nutrients in plants. The sodium (Na^+) competes with the uptake of potassium (K^+), calcium (Ca^{2+}) and magnesium (Mg^{2+}) by plant, and the chlorine (Cl^-) with the uptake of nitrates (NO_3^-), phosphates (PO_4^{3-}) and sulfates (SO_4^{2-}).

Materials and Methods: In order to evaluate the tolerance of spinach cv. "virofly" to salinity levels in application with different nitrogen rates, a greenhouse experiment was conducted as completely randomized design based on factorial arrangement with three replications at Shiraz University Agricultural Faculty. Treatments include four levels of salinity (without salinity, 1, 2 and 3 gr of sodium chloride per kg of soil, equivalents to 0.7, 4.5, 8 and 11.5 dS/m in saturated solution extract of soil, respectively), and five levels of nitrogen (unfertilized, 75, 150, 225 and 300 mg N/kg of soil) as urea source. Nitrogen treatments were applied in two installments in water soluble (half before planting and another half, 20 days after planting). In order to prevent sudden stress, saline treatments were applied gradually after complete plant establishment with irrigation water. The irrigation of the pots was carried out with distilled water and at field capacity. After 56 days of sowing, in every pot the spinach shoots were discarded near the surface of the soil and the required parameters were measured.

Results and Discussion: The application of 4.5 and 8 dS/m salinity had no significant effect (≤0.05) on the relative yield and spinach leaf area, but 11.5 dS/m salinity significantly (≤0.05) decreased relative yield and spinach leaf area compared to without salinity level, 4.5 and 8 dS/m. Nitrogen application (75 and 150 mg/kg of soil) alleviated negative effect of salinity on yield and leaf area. Application of 225 and 300 mg N/kg of soil with 11.5 dS/m salinity significantly decreased the relative yield of spinach. The highest and lowest shoot water content changes in salinity conditions were observed in no-nitrogen application and 150 mg N/kg application, respectively, which shows that the application of nitrogen in the medium level controls the water changes in the spinach plants. In this study, increasing the amount of nitrogen at all levels of salinity, elevated the shoot water content. The tolerant plant species in the face of environmental stresses maintain the water content of their cells in the higher levels. Therefore, it can be said that the maintenance of high leaf water content is an important mechanism for tolerance to salinity, and the cultivars that can hold more water in their leaves under stress conditions, will have more tolerance to salinity stress. Linear regression ($R^2 = 0.8198$) showed that in the salinity levels of 4.5 to 11.5 dS/m, there is a negative relationship between the yield and the chlorine to nitrogen ratio (Cl/N) of spinach shoots, so that with increasing Cl/N, the spinach shoot yield decreased by gradient of -3.077. Application of nitrogen up to 225 mg/kg of soil gradually reduced the ratio of K/Na, Ca/Na and Mg/Na, however, the application of 300 mg N/kg of soil had no significant effect on these ratios. The application of

1, 2 and 3- Assistant Professors, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: 6341ms@gmail.com)
4- Ph.D. Graduate of Soil Science and Engineering Department, University of Tehran
5- Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University
DOI: 10.22067/jhs.2021.60687.0

different levels of salinity gradually reduced the K/Na, Ca/Na and Mg/Na ratio.

Conclusion: The threshold of salinity of spinach cv. "virofly" was about 8 dS/m in our study, this was above the threshold mentioned (2 dS/m) for spinach in most sources. The application of nitrogen in medium level as urea can improve the negative effects of salinity in spinach but intensive nitrogen fertilization may increase the negative effects of salinity on plant yields.

Keywords: Nutrient balance, Salinity tolerance, Spinach, Urea